wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

Über das Eindringen der Winterknospen kriechender Brombeersprosse in den Boden.

Von dem w. M. **Julius Wiesner.**

Im Spätsommer und Herbste des verflossenen Jahres habe ich an kriechenden Laubsprossen verschiedener Rubus-Arten eine sehr merkwürdige, so viel mir bekannt, noch nicht genauer beschriebene und auf ihre Ursache zurückgeführte Erscheinung beobachtet. Es wird nämlich die im Herbste gebildete Terminalknospe sammt einem oft nicht unbeträchtlichen Stück des tragenden Stengels in den Boden hinabgezogen. Die Knospe überwintert in der Erde und setzt im nächsten Frühlinge den Spross fort. Solche kriechende Triebe sind oft mehrere Meter lang und entsprechend ihrem Alter an einer bestimmten Zahl von Punkten eingewurzelt; ein-, zwei-, dreijährige Triebe findet man am Ende der Vegetationsperiode an zwei, drei, beziehungsweise vier verschiedenen Punkten bewurzelt.[1]

---

[1] Ich fand in der floristischen Literatur nur die kurze Angabe, dass die einjährigen, steril bleibenden Sprosse der Rubus-Arten mit kriechendem Stamme sich im Herbste mit ihren Enden in den Boden senken und einwurzeln. (S. z. B. Nachträge zur Flora von Niederösterreich von E. v. Haláczy und H. Braun. Wien 1882, p. 315.) Vgl. auch Focke, Synopssis Ruborum. 1877 p. 9.

Röper sagt in der von ihm besorgten Übersetzung der Pflanzenphysiologie von De Candolle (Bd. II, p. 345, Anmerkung Nr. 1) „das Wurzeln der nichtblühenden einjährigen Brombeerzweige bietet sehr interessante Erscheinungen dar", ohne sonst noch etwas über dieses Phänomen zu bemerken.

Nördlinger (Deutsche Forstbotanik, Bd. II, p. 122) erwähnt, dass die bogenförmig nach abwärts gekrümmten Stengel von *Rubus fruticosus* L., wenn sie den Boden erreichen, gerne Wurzel schlagen.

Herr Prof. v. Kerner theilte mir mit, dass ihm die Erscheinung des Eindringens der Winterknospen von Rubus in den Boden aus eigener Anschauung bekannt sei.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

Obwohl ich diese Beobachtung am Lande (zu Gaaden in Niederösterreich) anstellte, wo mir keine Behelfe zu genaueren experimentellen Untersuchungen zu Gebote standen, so gelang es mir dennoch, nicht nur das Äussere der Erscheinung ziemlich genau aufzunehmen, sondern auch das Zustandekommen dieser gewiss merkwürdigen Erscheinung zu eruiren.

Eine genaue Bestimmung der Rubus-Species, welche die Erscheinung darboten, wurde nicht vorgenommen, war vielleicht zur Zeit der Beobachtung, wo die Blüthen fehlten, meist auch keine Früchte vorhanden waren und namentlich bei dem Umstand, dass gerade diese Gattung durch ausserordentliche Vielgestaltigkeit sich auszeichnet, nicht einmal durchführbar.

Es scheinen mehrere Arten von Rubus das gleiche angedeutete Verhalten zu zeigen, vielleicht alle Formen, welche auf Waldboden kriechende Äste bilden.[1]

Die Stengel der diese Erscheinung darbietenden Brombeerarten haben eine ruthenförmige Gestalt und liegen auf dem Boden bis auf das noch im Wachsthum befindliche Ende, welches etwas negativ geotropisch nach aufwärts gekrümmt ist.

Dieses Erheben des Sprossendes kömmt der Pflanze zunächst dadurch zu Gute, dass der Schössling sich auf kürzestem Wege, nämlich geradlinig, weiter entwickeln kann, wenn nicht allzu grobe Hindernisse vorhanden sind, hindert aber auch eine frühzeitige Bewurzelung. Kämen die im Frühling und Sommer entstandenen Internodien mit dem Boden gleich nach ihrer Anlage in Berührung, so würden sie sich an der Unterseite bewurzeln, was schon ihre Längenentwicklung stark beeinträchtigen würde,

---

Tittmann (Flora 1819, Bd. II, p. 652 ff.) hat an *Daucus Carota, astinaca* und anderen Gewächsen mit rübenförmiger Wurzel die wichtige Beobachtung gemacht, dass nach der Keimung die Cotylen sammt der dazwischen stehenden Knospe über der Erde stehen, die später sich entwickelnde Winterknospe aber im Boden verborgen liegt, indem, wie der Autor sich ausdrückt (l. c. p. 654), die Wurzel „durch Einsaugen" tiefer in die Erde dringt und den Stengel mit sich hinabzieht.

Ich werde zeigen, dass das Eindringen der Winterknospe von Rubus auf der gleichen Ursache, wie das Einkriechen des Stengels von *Daucus*, beruht.

[1] Zweifellos befindet sich darunter *Rubus dumetorum* Weihe et Nees, nach einer Bestimmung, die Herr Prof. v. Kerner an trockenen, blüthenlosen Exemplaren vorzunehmen die Güte hatte.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

da die assimilirte Substanz hauptsächlich zur Wurzelbildung verwendet werden möchte. Dass aber die zuletzterzeugten Internodien thatsächlich, wenn sie mit der Erde in Contact kommen, Adventivwurzeln treiben, wird sich gleich herausstellen.

Wenn die Stengelglieder ausgewachsen sind, kommen sie mit dem Boden in Berührung; zweifellos wirkt dabei die eigene Last und das Gewicht der Blätter, welche auf diesen Stengelgliedern stehen, mit. Ob aber diese Belastungsverhältnisse die einzige Ursache der Abwärtsbewegung sind, will ich nicht, so wahrscheinlich mir dies auch vorkommt, behaupten. Da die Sprosse vieler Rubus-Arten stark zu Epinastie neigen, ihre nach oben convexe Krümmung vielleicht auch durch negativen Heliotropismus begünstigt wird, so mögen vielleicht auch diese beiden Umstände bei der Geradstreckung der anfänglich etwas nach aufwärts gekrümmten Sprosse beitragen.

Die Internodien kommen also spät, nachdem ihre Gewebe fast durchwegs in den Dauerzustand übergegangen sind, mit dem Boden in Berührung und bewurzeln sich in diesem Zustande nicht mehr.

Anders verhalten sich aber die gegen das Ende der Vegetationsperiode gebildeten Internodien. Die Wachsthumsfähigkeit desselben nimmt immer mehr und mehr ab, und damit geht Hand in Hand eine verminderte geotropische Krümmungsfähigkeit.[1] So kömmt es, dass die zuletzt gebildeten Internodien sammt der am Sprossende befindlichen Winterknospe dem Boden aufliegen.

Die Winterknospe belastet das Zweigende mehr als die sofort die Vegetationsblätter erzeugende Endknospe, und wirkt einem etwaigen Aufstreben des Sprosses entgegen. In wie weit die Last der Endknospe einwirkt, um das Sprossende mit dem Boden in Berührung zu bringen, habe ich nicht untersucht. Der Einfluss scheint aber nur ein geringer zu sein.

Der im Spätsommer oder Herbste gebildete Endtheil der kriechenden Rubus-Sprosse kömmt also aus den angeführten Ursachen alsbald mit der Erde in Contact, zu einer Zeit, wo die

---

[1] S. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen, II. Th., Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch., Bd. 43 S. 31; ferner Wiesner Das Bewegungsvermögen der Pflanzen, Wien 1881, S. 91.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

Gewebe weit mehr zur Anlage von Adventivwurzeln geneigt sind, als im ausgebildeten Zustande.

Nunmehr beginnt die Einwurzelung am Gipfel des Sprosses, welcher zu dieser Zeit bereits eine beträchtliche Länge, oft von mehr als einem Meter erreicht hat. Würde die Einwurzelung früher begonnen haben, so hätte der Spross, welcher im nächsten Jahre die Blüthentriebe hervorzubringen hat, solche beträchtliche Längen nicht erreichen können.

Die Bewurzelung geht unmittelbar vom Grunde der Winterknospe aus und setzt sich, so viel ich gesehen habe, von hier aus ziemlich regelmässig nach rückwärts fort. Die Wurzeln treten fast immer an den Rippen des Stammes hervor, also an jenen Stellen, welche den Gefässbündeln entsprechen, und es sind die Orte, welche die Basis der (verkümmerten) Blätter bezeichnen, als Austrittsstellen der Wurzeln bevorzugt. Die Mehrzahl der Wurzeln bildet sich an der Unterseite; später, wenn das Sprossende in den Boden hinabgezogen wird, entstehen auch an der Oberseite Wurzeln, welche aber gewöhnlich die Längen der unterseits entstandenen nicht erreichen.

In den Achseln jener verkümmerten Blätter, welche unterhalb der Winterknospe stehen, werden manchmal Knospen angelegt, die hin und wieder, wenn der betreffende Stengeltheil im Boden sich befindet, zu horizontal kriechenden Sprossen werden, die aber alsbald verkümmern.

Die Adventivwurzeln wachsen rasch in den Boden hinab, und wenn sie die Länge von einigen Centimetern erreicht haben, liegt die Winterknospe nicht mehr am Boden frei, sondern ist tief in denselben eingedrückt. Es entstehen dann auch aus den nach oben gewendeten Theilen der an die Winterknospe grenzenden Internodien Adventivwurzeln, die sich sofort geotropisch nach abwärts kehren und in den Boden eindringen. Bald hat sich ein starkes Wurzelsystem ausgebildet, welches nicht selten 20—30 Wurzeln an einer nur kurzen, selten mehr als einen Centimeter langen Strecke des Stengels aussendet, und das häufig 10—25 Centimeter tief in den Boden eindringt.

Haben die Wurzeln diese Länge erreicht, so ist die Winterknospe nicht mehr über dem Boden zu sehen, sie ist 0·5—2 Centimeter, manchmal noch tiefer in die Erde eingedrungen und hat

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

das Stengelende mit sich fortgezogen, welches nun in flachem Bogen schief im Boden liegt und unter spitzem Winkel in denselben eingedrungen zu sein scheint.

Knospe und Stengelende entwickelten sich über dem Boden, also im, wenn auch schwachen, Lichte; sie hatten in dieser Zeit eine grünliche Färbung angenommen. Unter die Erde gelangt, verschwindet das Chlorophyll; die Knospe und die angrenzenden Stengeltheile nehmen in ihrer Färbung den etiolirten Charakter an.

Ich wende mich nun der Aufsuchung jener Momente zu, welche das Eindringen der Winterknospe und des Sprossendes in den Boden bedingen.

Schon aus der gegebenen Beschreibung geht hervor, dass die Ansicht, der zufolge das Sprossende in den Boden eindringe und dann erst die Einwurzelung sich einstelle (vgl. die Anm. auf S. 7), nicht richtig sein könne. Diese Ansicht würde fordern, dass die Sprosse bei der Berührung mit dem Boden positiv geotropisch oder epinastisch werden, ein bisher noch gar nicht beobachteter Fall. An dieser Ansicht könnte aber schon desshalb nicht festgehalten werden, weil thatsächlich zuerst die Wurzeln angelegt werden und dann erst die Knospe und das darangrenzende Schösslingsende in den Boden hinabgezogen wird.

Diese Wahrnehmung lässt schon von vornherein mit der grössten Wahrscheinlichkeit annehmen, dass in der Entwicklungsweise der Wurzeln oder in sonstigen Veränderungen, welche die Wurzeln im Boden erfahren, die Ursache des Einkriechens der Sprossenden zu finden sein werde.

Nach den eingehenden Untersuchungen, welche H. de Vries[1] über die Dimensionsänderungen der Wurzeln während und nach Beendigung des Längenwachsthums anstellte, erscheint die Annahme berechtigt, dass jede Wurzel nach beendigtem Längenwachsthum sich verkürze.

Indess liegen bezüglich der Verkürzung ausgewachsener Wurzeln doch noch nicht so viele Beobachtungen vor, als dass

---

[1] Hugo de Vries, Wachsthumsgeschichte des rothen Klees, in den Landwirthschaftlichen Jahrbüchern von Nathasius und Thiel, Bd. VI Berlin 1877), p. 893 ff.; Derselbe, Über die Contraction der Wurzeln, l. c. Bd. IX (1880), p. 37.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

man in jedem Falle, nämlich bei jeder Pflanzenart diese Dimensionsänderung mit aller Bestimmtheit voraussetzen könnte.

Ich habe desshalb mit ausgewachsenen Rubus-Wurzeln directe Versuche angestellt, indem ich die Pflanzen vorsichtig aus dem Boden hob, die Wurzeln durch Waschen sorgfältig von den Bodenbestandtheilen reinigte, entschieden ausgewachsene Partien der Wurzeln mit Tusche markirte und die Pflanzen in feiner Walderde weiter cultivirte. Die Versuche wurden zwischen dem 25. August und 12. September angestellt. Ich beobachtete in einzelnen Fällen keine Verkürzung, in anderen Fällen eine Verkürzung von 2—8 Procent; im Durchschnitte, wenn alle Beobachtungen berücksichtigt werden, ergibt sich eine Längenverminderung von etwa 3 Proc. Dies liesse auf eine nur geringe Verkürzung der ausgewachsenen Wurzeln schliessen. Allein bei genauer Erwägung muss man doch eine grössere Contraction annehmen. Erstlich ist die Versuchsdauer eine kurze gewesen; bei längerer Dauer hätten sich wohl grössere Längendifferenzen ergeben. Zweitens konnte ich bei den einzelnen in den Versuch gezogenen Wurzeln nie wissen, wie weit die Contraction der ausgewachsenen Theile bereits gediehen war. Eine auf längere Zeiträume ausgedehnte, eine sehr grosse Zahl von Einzelnbeobachtungen umschliessende Versuchsreihe hätte präcisere Resultate ergeben. Jedenfalls darf aber angenommen werden, dass meine Versuche zu kleine Resultate ergaben, mithin die factischen Contractionen der ausgewachsenen Wurzeln mehr als drei Proc. betragen mussten. H. de Vries hat an *Trifolium pratense* bei 45 Tage anwährender Beobachtung eine 10—25 Proc. betragende Verkürzung der ausgewachsenen Wurzeln constatirt.

Um den Vorgang des durch die Wurzelcontraction vermittelten Eindringens des Stammgipfels genauer beurtheilen zu können, ist es nothwendig, die Ursachen dieser Verkürzung ins Auge zu fassen.

Die Mechanik der Wurzelcontraction ist von H. de Vries in der zweiten oben citirten Abhandlung in so eingehender und gründlicher Weise dargelegt worden, dass es überflüssig erscheine, diesen Gegenstand einer neuerlichen Prüfung zu unterziehen. Ich will desshalb meine Betrachtung sofort an die von dem genannten Forscher gewonnenen Resultate anschliessen.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

De Vries zeigte, dass die Wurzelcontractionen auf Turgoränderungen beruhen. Es verhalten sich bei der durch Wasseraufnahme bedingten Turgorvergrösserung die Theile der Wurzel verschieden. Während die noch im Wachsthum begriffene Wurzelpartie durch Turgorverstärkung verlängert wird, erfährt die ausgewachsene Partie derselben bei Erhöhung des Turgors eine Verkürzung.

Die äusserste Wurzelspitze, nämlich der nur aus Meristemzellen bestehende Vegetationskegel, ist aus wohlbekannten Gründen einer Turgorsteigerung nur in sehr geringem Grade fähig. Die darauffolgende Partie enthält die in Zellstreckung befindlichen Zellen; hier erfolgt durch Turgorsteigerung Verlängerung. Die freilich nicht unmittelbar darauffolgende, bei einjährigen Wurzeln bis ans obere Ende reichende Wurzelstrecke verhält sich umgekehrt, sie verkürzt sich bei Zunahme des Turgors.

Die erstgenannte Partie der Wurzel, die Wurzelspitze, ist von der Wurzelhaube umkleidet. Bezeichnen wir einstweilen der Kürze des Ausdruckes halber diese Partie mit 1, die beiden weiter nach oben folgenden charakterisirten Zonen mit 2 und 3.

Die Partie 1 liegt eingeschoben im Boden und wird durch die wachsende Zone 2 während des Wachsthums vorwärts getrieben. Eine besondere Befestigung im Boden zeigen diese Zonen nicht, d. h. wenn von dem oberen Ende von 2, welches in 3 übergeht, einstweilen abgesehen wird. Der untere Theil der Zone 3 ist mit Wurzelhaaren besetzt, und ist mithin im Boden in besonderer Weise befestigt, da die Wurzelhaare bekanntlich, wie Sachs[1] zuerst genauer darlegte, mit den Erdtheilchen förmlich verwachsen sind. In dem oberen Theile der Zone 3 fehlen bereits die Wurzelhaare, diese Wurzelstrecke ist also nur gleich den Zonen 1 und 2 dem Boden eingefügt, nicht aber mit dem Boden durch besondere Organe verwachsen.

Es ist nun ganz selbstverständlich, dass die genannten Wurzelstrecken allmälig ineinander übergehen. Namentlich muss zwischen 2 und 3 eine Übergangsstrecke zu finden sein, eine Zone, in welcher die Fähigkeit der constituirenden Zellen, sich durch Turgor in die Länge zu strecken, abnimmt und schliesslich

[1] Experimentalphysiologie, p.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

aufhört, und eine angrenzende Strecke, in welcher die Zellen durch Turgor sich eben zu verkürzen beginnen. Wenn man will, kann man auch für den Zweck unserer Betrachtung annehmen, dass zwischen 2 und 3 eine bezüglich der Turgorwirkung neutrale Zone liegt. Diese neutrale Zone ist mit Wurzelhaaren reich besetzt und wohl der vornehmlichste Träger derselben. Die Wurzelhaare verbreiten sich aber wohl von hier aus bis zu einer bestimmten Strecke auch nach oben und unten, also nach 3 und 2.

Noch sei bemerkt, dass die Strecken 1 und 2 im Vergleiche zu 3 nur klein sind; erstere haben eine Länge von wenigen Millimetern, letzteren von mehreren bis vielen Centimetern; die Zone 3 constituirt das Gros des Wurzelkörpers.

Tritt nun die Wurzelverkürzung ein, so wird von der Zone 3 ein Zug nach unten und oben ausgeübt. Die Strecken 1 und 2 werden von demselben nur wenig beeinflusst werden, da die Zone 2 sich dehnt, während 3 sich contrahirt. Die Befestigung in der neutralen Zone und dem unteren Theile von 3 durch die Wurzelhaare ist aber eine so feste, dass sich hier ein für die Grösse des Zuges unbesieglicher Widerstand ergibt. Das Vorwärtsdringen der Wurzelspitze und der hinter ihr gelegenen wachsenden Wurzelzone erfährt also durch die Verkürzung der höher gelegenen Zone kein Hinderniss. Der Zug äussert sich, wie ja die Beobachtung lehrt, nach oben und bewirkt, dass die Winterknospe und der angrenzende Theil des Sprossendes in den Boden hinabgezogen wird. Es sei noch bemerkt, dass bei Rubus alle Adventivwurzeln in nahezu gleichem Masse bei der Hinabziehung des oberen Sprosstheiles betheiligt sind und dass die Seitenwurzeln, welche verhältnissmässig spärlich vorkommen und nur zart und klein sind, nur eine untergeordnete Rolle spielen dürften, wenn ihnen überhaupt eine Rolle zufällt. Es lässt sich wohl annehmen, dass auch die Seitenwurzeln sich, nachdem sie ausgewachsen sind, bei Turgorverstärkung verkürzen; bewiesen wurde dies bis jetzt noch nicht. De Vries hat seine Untersuchungen auf dieselben nicht ausgedehnt. Sollten auch sie eine merkliche Verkürzung im Laufe des Lebens erfahren, so würden sie in jenen Fällen, wo sie im oberen Theile der Wurzel reichlich auftreten und nach abwärts geneigt sind, die Hinabziehung oberirdischer Theile begünstigen.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

Die im unteren Theile gelegenen würden gleichfalls unter der Voraussetzung, dass sie nach abwärts geneigt sind, freilich aus anderen Gründen, eine gleiche Rolle wie die Wurzelhaare spielen, nämlich zur Fixirung des Endes der (relativen) Hauptwurzel beitragen.

Die Tiefe des Eindringens der Winterknospe hängt nicht nur von der Länge der Wurzel und dem Grade ihrer Verkürzung ab, sondern auch von der Consistenz des Mediums, in welchem die Wurzel sich befindet, also von der Bodenbeschaffenheit. Während im lockeren Waldboden die Knospe, so viel ich gesehen habe, beträchtlich, nämlich 2 Centimeter und mehr vordringt, konnte ich an einer an Feldern wachsenden Rubus-Art mit liegendem Stengel (wahrscheinlich die Form agrestis von Rubus caesius L.) ein Eindringen der Wurzel fast gar nicht wahrnehmen. Bei dieser Brombeer Art wurzelt sich nicht nur der Terminaltrieb, sondern alle seitlichen in demselben Jahre gebildeten Axillartriebe ein. Obgleich nun die Wurzeln an dieser Rubus-Art eine weitaus grössere Länge erreichen, als an den untersuchten Waldformen, konnte ich in keinem der beobachteten Fälle ein factisches Eindringen der Endknospe in den Boden constatiren, höchstens drückten sie sich in denselben ein. Ich beobachtete nicht selten, dass die Wurzeln dieser Art doppelt so lang wurden als die betreffenden Axillartriebe; erstere beispielsweise bis 27, letztere bloss 13 Centimeter. Dass die Winterknospe dieser Rubus-Form nicht in den Boden gelangte, hat zweifellos seinen Grund in der dichten und zähen Beschaffenheit des Feldbodens, auf welchem dieselben wuchsen. Ich werde in dieser Ansicht um so mehr bestärkt, als ich auch hin und wieder an auf Waldboden kriechenden Brombeer-Schösslingen nur ein schwaches Eindringen der Winterknospe bemerkte; und immer standen solche Triebe auf zähem, lehmartigem Boden.

Mit der Einwurzelung des Sprossendes der Rubus-Arten geht eine andere Erscheinung Hand in Hand, es ist dies nämlich die Verdickung des oberen, sich einwurzelnden Stammtheiles. Betrachtet man einen am terminalen Ende eingewurzelten Spross am Schlusse der Vegetationsperiode, so sieht man, dass der Stamm von der Basis aus bis zu einem bestimmten Punkte, der normalen Entwicklungsweise entsprechend, an Dicke abnimmt; von hier

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

an wächst der Querschnitt, um knapp unter der Winterknospe sein Maximum zu erreichen.

Zur näheren Begründung des Sachverhaltes wähle ich aus meinen Aufzeichnungen folgende Daten. Ein niederliegender Jahrestrieb von Rubus dumetorum hatte eine Länge von 1·25 Meter. Vom Grunde aus verjüngte er sich ganz allmälig bis zu einem etwa 70—80 Centimeter entfernt gelegenen Punkte, von hier aus nahm die Dicke allmälig zu, um am terminalen Ende sein Maximum zu erreichen. Der kleinste Querschnitt betrug 2·5, der grösste (unterhalb der Winterknospe) 4·5 Millim. Die Strecke der auffällig stärkeren Verdickung betrug vom terminalen Ende aus gerechnet, etwa 15 Centim. Zwischen der indifferenten Zone — so will ich der Kürze halber jenen Stengeltheil nennen, welcher die geringste Dicke aufwies — die also von dem terminalen Stammende 45—55 Centim. entfernt lag, bis zur Winterknospe, befanden sich fünf gut ausgebildete Blätter.

Die Erscheinung der Verdickung des terminalen Sprossendes erklärt sich in sehr einfacher Weise. Offenbar wird der am Vorderende bereits eingewurzelte Spross von zwei Seiten her mit Bodennahrung versehen. Der Wasserstrom ist hier, wenn man sich die Axe vertical denkt, nicht ein aufsteigender, sondern bewegt sich in zwei entgegengesetzten Richtungen. Ein Strom geht in dem horizontal liegenden Sprosse von dem an der Basis des Sprosses gelegenen Wurzelsystem gegen die indifferente Zone zu, geht also nach vorn; ein zweiter von den am terminalen Ende gelegenen Wurzeln gegen die neutrale Zone zu, also nach rückwärts. Es muss aber auch die assimilirte Nahrung, der sogenannte Rindenstrom, in zwei entgegengesetzen Richtungen seinen Weg nehmen, nämlich von der neutralen Zone nach vorn und nach rückwärts, sonst liesse sich die an beiden Sprossenden stattfindende Verdickung des Stammes nicht erklären. Selbstverständlich meine ich, dass die Ableitung der plastischen Stoffe von den Blättern ausgeht, und nicht vom Stengel; dass also von jenen Blättern, welche zwischen dem Fuss des Sprosses und der Indifferenzzone liegen, die plastischen Stoffe nach rückwärts, und von jenen, welche zwischen der Indifferenzzone und dem eingewurzelten Sprossgipfel liegen, nach vorn geleitet werden. Dass der Wasserstrom in umgekehrter Richtung sich bewegen kann, ist

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentr

lange bekannt; die mitgetheilte Beobachtung lehrt aber weiter, dass auch der Rindenstrom ohne Schwierigkeit eine im Vergleiche zur normalen umgekehrte Richtung nehmen kann. Ein anatomisches Hinderniss für die der normalen Bewegung entgegengesetzte existirt also auch bezüglich der Förderung der plastischen Stoffe nicht. Die Richtung der Bewegung ist physiologisch bestimmt, in unserem Falle durch die beiden am Fuss- und am Gipfelende befindlichen Wurzelsysteme.

Ich bemerke noch, dass an Axillarsprossen, welche sich am Gipfel einwurzeln, die Dicke des Sprosses, so weit sich dies ermitteln lässt, continuirlich von der Ursprungsstelle des Zweiges bis zur eingewurzelten Spitze des Sprosses zunimmt.

Die Resultate dieser kleinen Arbeit lauten:

1. Die Winterknospe der auf Waldboden vorkommenden Rubus-Arten mit kriechenden Stengeln werden sammt dem Sprossgipfel durch Verkürzung der vom Sprossgipfel ausgehenden Wurzeln in den Boden hinabgezogen.

2. Die Verkürzung der Wurzel findet, wie de Vries an anderen Pflanzen gezeigt hat, in der über der wachsenden Region befindlichen Zone statt, und beruht auf Turgorsteigung. Durch Turgorsteigung verlängert sich die wachsende Wurzelpartie. An der Grenze dieser beiden sich antagonistisch verhaltenden Wurzelzonen stehen die Wurzelhaare, welche durch Verwachsung mit den Bodentheilchen die Wurzel in der Erde stark befestigen. Dies bewirkt, dass bei der Verkürzung der oberen Stengelzone die Wurzelspitze und die wachsende Region nicht emporgezogen oder verletzt werden kann. Der auf diese untere Partie durch die Verkürzung der oberen ausgeübte Zug wird dadurch abgeschwächt, dass unter denjenigen Verhältnissen, unter welchen die obere Wurzelpartie sich verkürzt, die untere (wachsende Region) sich dehnt. Der durch die Verkürzung hervorgerufene Zug äussert sich bloss in der Hinabziehung des Sprossgipfels in den Boden.

3. Der an seinem Gipfelende eingewurzelte Rubus-Spross verdickt sich auch an seinem oberen Ende, was nur durch Umkehrung des Wasserstroms und durch eine — im Vergleiche zur normalen Richtung — entgegengesetzte Bewegung der plastischen Stoffe zu erklären ist.